

IV-20

動画像処理システムを利用した道路空間の測定について

北海道大学工学部 正 員 ○萩 原 亨
 " 学生員 成 井 吉 道
 " 正 員 加 来 照 俊

1. はじめに

動画像処理による各種計測は、従来の計測に比較して柔軟で高度な情報収集機能を果たすことができる。動画像は他の情報と比較するとデータ量が多く、人手による解析では多くの時間と労力が必要なため、そのコンピュータによる解析が要望されている。

本報告は、交通工学において必要とされる種々の動画像処理を行うことを目的とし新たに開発したシステムについて述べる。また、この動画像処理システムを用いて、交差点における車両の発進加速速度の測定を行い、その実用性を確認したので以下に報告する。

2. 動画像処理システムについて

ここで述べる動画像処理システムは、実時間処理を実現するシステムではない。動画像による計測より始めて測定可能な現象の解析を実現するシステムとして開発を行った。

2. 1 処理システムの特徴

この動画像処理システムの最大の特徴は、NTCS信号によるビデオ画像の再生装置のコントロールシステムと汎用画像処理システムとの統合を行い、画像の入力から出力までをコンピュータで自動制御する点にある。

従来から指摘されている静止画像処理と比較した場合の動画像処理の困難な点をまとめると、

- (1)データ量が膨大
- (2)画面間での対応づけと変化の検出
- (3)物体の重なり処理

等が上げられてきた。さらに、時間的に変化する連続画像(動画像)から移動物体の動きのパターンや形状の時間的な変化などを解析することが多いため画像の解析をある時間間隔毎に行う必要がある。

これらの困難な点を克服するために、本報告の動画像処理システムは、

- (1)物体の検出力を高めるために、NTCS信号をRGBに分離し、それぞれの輝度を256階調に分解可能としたフレームメモリを用いた。

また、それらの膨大なデータを高速でメモリに転送し、記憶する装置とシステムを有している。

(2)連続画像のサンプリングと画像処理

を2台のコンピュータが相互に連動し、連続的に繰り返し行える。等の特徴を有している。

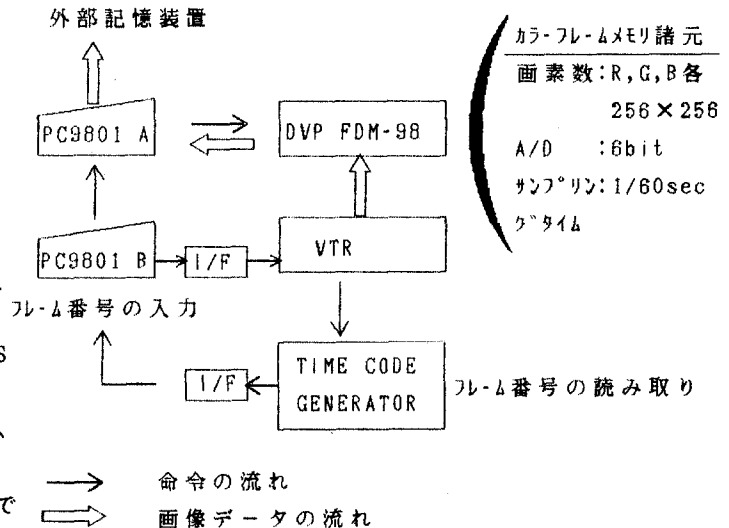


図1 動画像処理システムの概要

2. 2 処理システム

システムの全体図を図1に簡単に示す。パソコンAは、画像のフレーム番号を読み取り、RS232C 端子によりパソコンBにフレーム番号を伝える。パソコンBは、フレーム番号を受取り、フレームメモリ装置を介して、画像処理を行い結果を記録する。

(1)画像再生装置の制御

ビデオ画像は、毎秒30枚のフレーム単位により構成されている。動画画像処理において画像をフレーム単位で再生する必要がある。このため、画像再生装置のリモコン端子とインターフェースを介してパソコンと結び、パソコンからの指令により画像再生装置の動作を映像のフレーム単位で制御する。なお、タイムコードジェネレータによりビデオ画像フレームのコード化を行う。

(2)画像処理装置の制御

画像は、フレームメモリ装置で、デジタル化されパソコンのメモリに取り込まれる。この時間は、1フレーム当り1/60secである。また、この装置はビデオ信号をRGB信号に分離し、それぞれ256階調に変換する能力を有する。メモリに取り込まれた画像を必要な形式に処理し、データを圧縮して外部記憶装置に記録する。

3. 動画画像処理による交通流計測

交通流の基本パラメータである通過車両台数、速度、加速度などの計測は、車線毎の車両動線が比較的安定していることから、車両の動線にそって少数のサンプル点を配置し、その輝度変化から車両の存在を検出する方法によって行える。これらの手法の原理に関しては、過去多くの研究において応用されてきている。

ここでは、図1に示したシステムを応用し、車両の通過する車線に図2に示すような編目状にサンプル点を設定して、空間的な輝度情報を基に、車両の移動を計測した。

3. 1 計測手法

ここで用いるシステムでは、ビデオカメラから得られるビデオ信号の各フレームの256×256画素の中から測定対象車線に設定した100点の画素を抽出し、その輝度を6ビットで分解し、計算機処理を行う。

車両と道路空間の輝度値の差を利用して、車両を検知する。従来から、交通流の画像解析において最もよく利用されてきた手法を応用した。

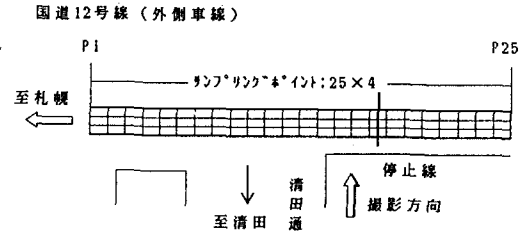


図2 交通流測定区間のサンプルポイント

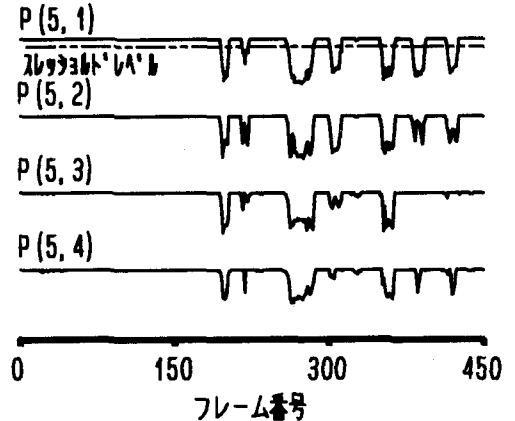


図3 道路空間と車両の輝度（処理1）

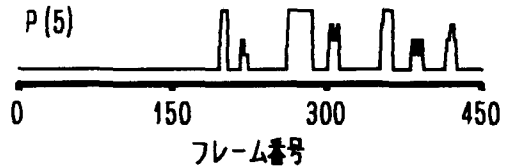


図4 空間的補正（処理2）

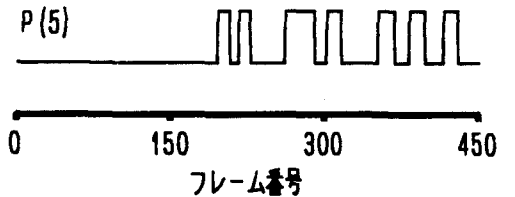


図5 時間的補正（処理3）

車両の位置を求めるために、図2に示すように約2.5m間隔でスクリーンをつくり各4点のサンプリングポイントを設定し、毎画像100点のRGB別の輝度値を入力した。また、サンプリングは15Hzで行った。

1サイクル当りのスプリットタイムは約1分であったが、撮影範囲の制限により停止線から数台の車両のみを測定対象とし、前半の30秒間のみのデータを記録した。よって、1サイクル毎に450フレームの画像データの解析と記録を行った。

画像データの入力と同時に、しきい値の計算、データの記録を行うため、1/15秒以上必要である。このため、画像の再生をスローの状態ですべて連続的に再生した。1サイクルのデータの採取に約15分必要であった。このようにして、各25本のスクリーンを次々に通過していく車両を輝度差から検知していった。

一方、車両の移動を測定するとき、任意のスクリーンから次のスクリーンに動く車両の対応を取る必要がある。しかし、大多数の測定において、ある車両を全てのスクリーンで正確に検知することはできない。

なぜなら、すべてのスクリーンで同様に良好な状態でデータをサンプリングすることが不可能であるためである。撮影地点と道路空間の間の電柱や信号機等の他の空間的な物によりデータがマスクされる場合が十分考えられる。

従って、車両の対応を単純に処理することは現在の時点ではかなり困難である。また、そのような機械的に困難と思われる作業をアルゴリズムにより実現するのは、合理的ではない。

そこで、人間の識別能力を利用して、車両の番号付けを行い車両の移動の推移を求めた。欠けた時点については、補完前後のデータから補完することで補った。具体的な計測のアルゴリズムを以下に述べる。

(1) 処理-1：道路部分と車両の輝度の差からそのスクリーンラインにおける車両の認識を求めた。輝度はRGBの3種類求められるが、今回は圧雪路面であったためBLUEの輝度差が最も明確であったのでBLUEのみのデータを用いた。図3にBLUEの輝度値の時間的な変動と空間的な変動を示す。

(2) 処理-2：ひとつのスクリーンに1点では、車両の横方向の動きについていけない。なぜなら、車両の屋根等に雪がある場合その路面との輝度差が小さくなり検出があいまいになる。そこで、連続した4点を

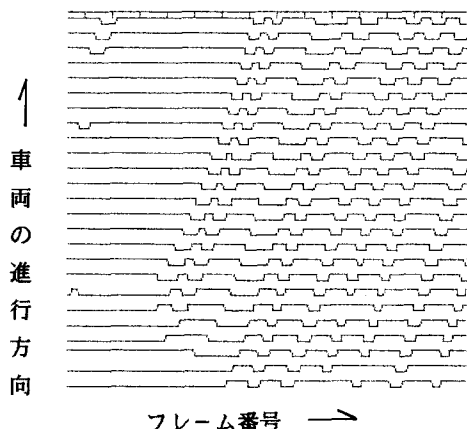


図6 各スクリーンを通過する車両の移動状況 (処理4)

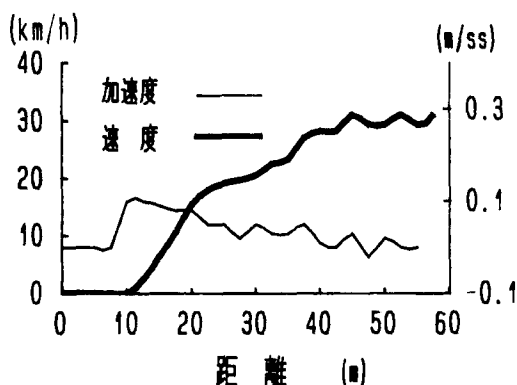


図7 画像から求めた速度と加速度

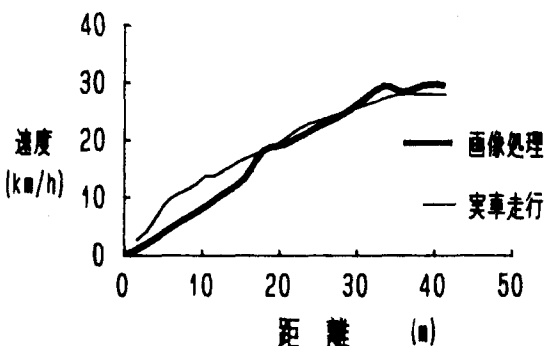


図8 測定方法の違いによる速度の比較

設定し、4点のうち2点以上が反応した場合車両であると考へた。図4に4点での反応を加算した結果を示す。

(3) 処理-3: 車両のヘッドが0.5sec以下である場合は、ほとんどないと考へられる。そこで、車頭間隔は0.5sec以上あるとして図4を補正した。その結果を図5に示す。

(4) 処理-4: 任意のサイクルに示された車両の移動図において、車両の認識番号を付与する必要がある。図6に1サイクルの前半30秒の各スクリーンを通過する車両の移動状況を示す。ある一部の情報によりコンピュータに車両の対応判断をさせるのは、困難である。そこで、ここでは車両の対応については人間の判断を加え、各スクリーンにおける車両の関連を決定した。

図8は実車走行試験を行い、その速度をパルスカウントにより記録し解析した測定交差点発進時の速度と、画像処理により求められた発進速度を比較した図である。発進から15m区間までにおいては、速度に差異が認められた。車両を検知するスクリーンの間隔が、発進領域においてその速度を求めるには粗であったことが最大の原因と思える。

このような手法を用いて、圧雪路面における車両の発進加速速度の測定を行った。30サイクルのデータについて解析を行った。測定した車線は、図2に示す国道12号線の札幌方向の外側車線である。測定位置の関係でカメラに収まる路線距離が短く、1サイクル当り先頭車両と2番目の車両しか、発進からの加速度が求められなかった。図9に、先頭車両の発進速度の測定結果を、図10にはその発進加速度の測定結果を示した。

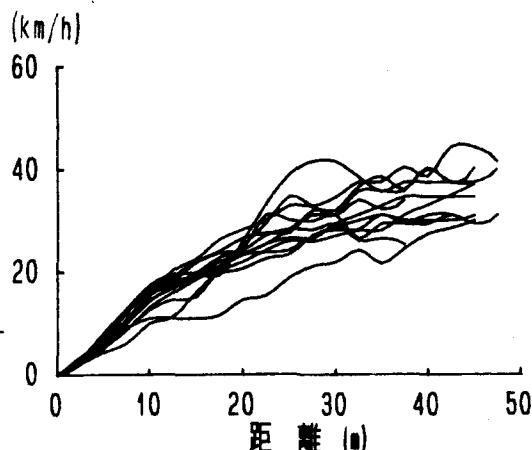


図9 各信号サイクル先頭車両の速度

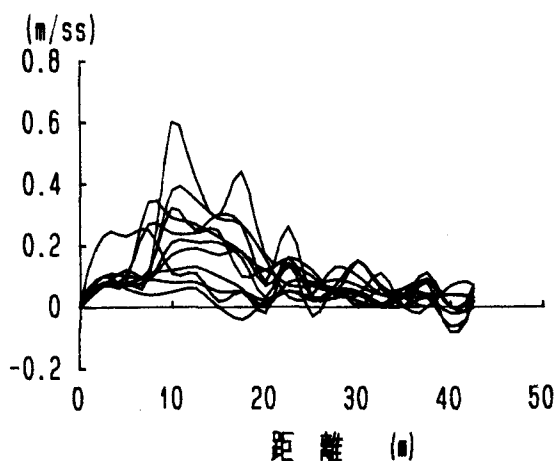


図10 各信号サイクル先頭車両の加速度

4. まとめ

デジタル画像処理の特徴はその汎用性にあり、ある分野で成功した技法は他の分野でも有用なことが多い。しかし、対象画像の性質は千差万別であり、要求される出力も単なる変換のレベルから高度の認識、理解にいたるまで多くの段階がある。したがって、今後さらに交通工学において画像処理による計測の必要な対象に関して動画像処理システムの応用を行い、細かい技術の蓄積を行うことが必要である。

一方、人間のもつパターン認識能力は非常に優れており、少々の機械化、自動化ではとても及ばない。パソコンによって可能な単純で繰り返しの多い部分において極力自動化を進め、パソコンにとって最も困難とされる一部の識別作業を人間が行うことにより、合理的で有用な動画像処理測定システムを作り上げることが可能となるのではないかとと思われる。

参考文献

「画像処理手法による交通流計測技術の研究」、画像処理手法による交通流計測技術会、昭和58年3月